



جمعية المهندسين الملكية المصرية

النشرة الثالثة من السنة الخامسة عشر

١٢٥

محاضرة

عن الأبحاث المائة

لمحاضرة الدكتور مسر زكي

وكيل إدارة قناطر الدلتا

أقيمت بجمعية المهندسين الملكية المصرية

بتاريخ ٩ مايو سنة ١٩٣٥

حقوق الطبع محفوظة للجمعية

مطبعة الاعتماد بشارع حسن الأكبر بمصر

ESEN-CPS-BK-0000000796-ESE

00426398

الجمعية ليست مسؤولة عما جاء بهذه الصحائف من البيان والآراء
تنشر الجمعية على أعضائها هذه الصحائف للنقد وكل نقد يرسل للجمعية
يجب أن يكتب بوضوح وترفق به الرسومات اللازمة بالحبر الأسود
(شيفي) ويرسل برسمها.



جمعية المهندسين الملكية المصرية

النشرة الثالثة من السنة الخامسة عشر

١٣٥

محاضرة

عن الأبحاث المائة

لمحاضرة الدكتور محمد زكي

وكيل إدارة قناطر الدلتا

أقيمت بجمعية المهندسين الملكية المصرية

بتاريخ ٩ مايو سنة ١٩٣٥

حقوق الطبع محفوظة للجمعية

مطبعة الاعتماد بشارع حسن الأكبر بمصر

الجمعية ليست مسؤولة عما جاء بهذه الصحائف من البيان والآراء
تنشر الجمعية على أعضائها هذه الصحائف للنقد وكل نقد يرسل للجمعية
يجب أن يكتب بوضوح وترفق به الرسومات اللازمة بالحبر الأسود
(شيني) ويرسل برسمها.

المباحث المائية

تاريخ المباحث المائية

فكرة البحث المائى هى وليدة العصور الحديثة نبتت فى القرن الثامن عشر على صورة متواضعة غير واضحة الأسس أو ظاهرة المعانى ككل الأحياء فى مبدأ نشأتها وتكوينها وعدا الزمن وكرت السنين وتلقفها أيدى جهاذة الفن وأساتذته وتعهدها كبار الباحثين بمجهوداتهم وأبحاثهم حتى نمت وترعرعت وبدأت فى الصورة الكاملة التى هى بها اليوم عاملاً متين الأساس كبير الأثر واضح الصلة عظيم النتائج .

وأن مصر التى كانت مهد الحضارة ومنبع الفنون فى كل فرع من الفروع كان لها أيضاً فخر السبق من هذه الوجهة — فأعمال الملك مينا مؤسس الأسرة الأولى على نهر النيل وتعديله لمجرأه هى أول محاولة من نوعها سجلها التاريخ . كذلك خزان بحيرة موريى الذى تم فى عهد أمنتبب الشانى يعتبر عملاً هندسياً جليلاً قائماً بذاته خليقاً بكل إعجاب وهو أن لم يكن نتيجة مباشرة لتجارب عامية بحثة إلا أنه من غير شك وليد دراسة وخبرة وأثر من آثار التفنن والنبوغ يكفى فى تقديره أن نعود بعد توالى كل هذه الأحقاب الطويلة إلى الرجوع إلى ما يشبهه وأن نفكر فى القيام بتنفيذ مشروعات مماثلة .

ولا حاجة بى هنا أن أذكر بتفصيل دقيق شامل تاريخ البحث المائى

أو أن آتى على خطوات الانتقال التى مر بها والأدوار التى اجتازها خطوة
فخطوة وسأكتفى اليوم بالإشارة باختصار إلى هذه العصور التى يمكن
تقسيمها على الوجه الآتى :

الفترة الأولى — نشأة الأبحاث المائىة ومبدأ تكوينها بمصر والصين
الفترة الثانية — نهضة اليونان والرومان وأعمالهم الهندسية الجليلة
التي تشهد بها آثارهم الحالية .

الفترة الثالثة — عصر الفتح الإسلامى بمصر .

الفترة الرابعة — أعمال الرى بشمال إيطاليا للتغلب على السيول
ومقاومتها وتقليل أضرارها فى عهد النهضة العالمية
الأوروبية .

الفترة الخامسة — نهضة المهندسين الفرنسيين وأبحاثهم المختلفة والى
تابعهم فيها مهندسو ألمانيا وإنجلترا فى منتصف
القرن التاسع عشر .

الفترة السادسة — التطور الحديث فى الأبحاث المائىة وإنشاء

المعامل الفنية بشكلها الحالى فى أوائل القرن العشرين
ويلاحظ أن تقدم علم الأبحاث المائىة كان متناهيًا فى البطء إذ
كانت تمضى بين الفترة والفترة زهاء الألف عام من غير أن نجد فيها
ما يستحق الذكر والتسجيل .

فالى الفترة الثالثة كان أساس الأعمال المائىة كلها دليل على قوة
بطش الفاتحين بها فالخزانات والقناطر والمجارى كانت تنشأ تحت تأثير

القوة فكانت هذه الأعمال من الضخامة بمكان عظيم حتى كان كبر حجم بعض هذه الخزانات من بواعث الضعف بدلا من أن يكون من عوامل المثانة. فكان ثقلها أكبر مما تتحمل أساساتها ويرجع ذلك الى جهل من قاموا بتشيدها بالأصول العلمية والفنية من حيث تأثير القوى الخارجية على أجسامها وتوزيع الجهود الداخلية فيها.

فان كان القدماء قد تغلبوا على كثير من المصاعب بقوتهم إلا أن الطبيعة لا تحارب بالقوة وانما تغلب بالعلم الصحيح.

يبتدىء التقدم الحقيقى والتوجيه الصحيح الذى مهد الطريق الى الفتح العلمى الحديث من الفترة الرابعة حينما فكروا فى وقاية أرض إيطاليا من سيول جبال الألب (Alps) التى كانت تجرف معها الأراضي الخصبة فاستعملت القوة فلم تجد نفعا أمام قوة الطبيعة ولذا اجتمع أهل العلم والفن بايطاليا وفكروا فى الأمر مليا وكان زعيم هذه النهضة المباركة (Leonardo da Vinci) صاحب الصورة الشهيرة (La Jaconde) وكان هذا الرجل العظيم مهندسا ورساما وشاعرا وحفارا لم ير العالم مثله فى نبوغه وتفوقه فشخص حركة المياه تشخيصا يشهد له على فهمه لأصول العلوم المائية ثم جاء بعده (Galileo) وعمل بجهد مع (Castelli) و (Toricelli) حتى وضعوا بعض المبادئ العلمية للمباحث المائية ومن عهدهم أخذت المباحث المائية صبغتها العلمية.

جاءت الفترة الخامسة حيث بدأ (Mariottoe) و (Pitot) و (Bernoulli) و (Chézy) و (Darcy) و (Bazin) من علماء فرنسا

و (Rankine) و (Froude) و (Reunold) من أساتذة انجلترا و (Weisback) و (Hagen) من مهندسى ألمانيا و (Francis) و (Hamilton) من رجال أميركا فبدأوا فى تحقيق النظريات بالتجارب وخصوا المياه خصصاً دقيقاً وعكفوا على دراستها درساً عميقاً للكشف على أسرارها ولمعرفة تكوينها .

أظهروا خواصها الطبيعية والكيمائية ثم بنوا قوانين ضبطها وحركتها وبذلك ظهرت علوم (Hydrodynamic) و (Hydrostatic) وعلم الـ (Hydraulic).

وبفضل تحالف وتكاتف هذه العلوم المبنية على أركان راسخة من الملاحظة والتجربة والتحقيق أدخل كثير من التحسينات فى تصميم المنشآت المائية من قناطر وخزانات وسفن وطمبات وتربينات وبذلك أمكن تذليل القوى الطبيعية واستخدامها فيما يعود على الناس بالخير العام .

الفترة السادسة

التطور الحديث فى الابحاث المائية

ان من ينقب فى تاريخ الايدروليكا كعلم مستقل ويتتبع تطوره وتقدمه يبدوله جلياً أن أولئك الباحثون الذين اكتفوا بمراقبة جريان الأنهار بالطبيعة ودرسوا سيرها من غير الرجوع الى التجارب الفنية المستقلة فشلوا فى ابحاثهم وخابت جهوداتهم لاكتشاف القوانين التى تسيطر على سير المياه وتؤثر على ما تحمله من طمى ورواسب كذلك الذين

عمدوا إلى المياه وحاولوا دراستها كعلم رياضى بحت بدلا من علم تطبيقي ولید تجارب عملية جاءت نتائج أبحاثهم ناقصة بعيدة عن الحقيقة .

الحقيقة الثابتة أن الذين أثمرت مجهوداتهم ووفقوا في أبحاثهم هم فقط أولئك المهندسون الذين دأبوا في دراستهم على الجمع بين دراسة الطبيعة ثم إجراء تجارب مستقلة في معامل خاصة .

إن دراسة الأرصاد وتجميعها وتصنيعها بالطبيعة عملية بطيئة عقيمة لا تؤدي في الغالب إلى اكتشاف الوسائل التي يمكن بواسطتها التحكم في الأنهار سواء بتعديلها أو بتنظيم تصرفاتها إذ أنه فضلا عما تتطلبه عملية الرصد ذاتها من وقت طويل غين فإن حركة المياه تخضع في الاصل لعوامل مختلفة متعارضة فتختلط الاسباب المؤدية للنحر أو الطمي أو تغيير التصرف لدرجة تحجب الاستنتاج الصحيح .

دراسة هذه العوامل المتعارضة لا تأتي إلا في المعامل وعن طريق التجارب والبحث إذ أن كل هذه العوامل ممكن فحصها ودراستها ومعرفة تأثير كل منها خطوة بخطوة واكتشاف الاسباب الصحيحة التي تنتهي إلى هذا التأثير .

بالتجارب فقط يمكن جعل علم المياه علما منتجا ذا أهمية مفيدة بالحياة اليومية .

وبالطبع لن تكتمل هذه الدراسة ويتيسر إجراء هذه التجارب إلا داخل معامل مجهزة بالأدوات اللازمة للرصد وخلافه بحيث يتوفر بها

ضمان الدقة والاستنتاج الصحيح فكثير من الأهمية يعلق على الأجهزة والمعدات والتسهيلات الموجودة في هذه المعامل .

معامل الأبحاث المائية

فكرة المعامل فكرة قديمة ولو أن العمل الحديث كثير الاختلاف عن سلفه فالمعامل البسيطة التي التجأ إليها ده فذسى وجاليلو وغيرهما من أقطاب الباحثين كان أساسها خزان للمياه وفتحة وحوض لقياس التصرف تطورت هذه المعامل بازدياد الحاجة والرغبة في البحث وتمشت في تقدمها جنباً إلى جنب مع الاكتشافات الحديثة الهامة والتوسع الصناعى الهائل والتقدم الاقتصادى الحديث والتطور الفنى في مختلف الفنون وأصبح المعامل الحديث داراً ضخمة مستقلة ومعهداً علمياً قائماً بذاته يحوى بين جدرانها أجهزة متعددة كطلمبات ضخمة للتغذية ومولدات للكهرباء وأحواض مختلفة وهدارات لقياس التصرف ونماذج مصغرة للقناطر والأعمال الصناعية المراد دراستها .

قيمة النماذج المصغرة

لا نزاع في أن نجاح الأبحاث المائية الحديثة والنتائج الباهرة التي وصلت إليها أخيراً يعزى في الأصل إلى إمكان استعمال النماذج المصغرة للمجارى أو الانشاءات الصناعية أو التربينات واجراء التجارب عليها ودراستها حسب أصول نظرية التشابه .

هذا هو الفتح الحقيقى في البحث المائى كما أن التقدم الفنى في الأجهزة

الحديثة مكننا من أخذ الأرصاد بدقة متناهية تؤدي في الغالب إلى التثبت منها والتأكد من صحتها .

النموذج الصغير أقوى وأحدث سلاح لدينا بواسطة يمكن دراسة مسائل متنوعة كبيرة الأهمية عظيمة النفقات ويتوقف على علاج هذه المسائل سلامة أعمال صناعية تقدر قيمتها بعلايين الجنيهات ومشروعات عظيمة لها أكبر الأثر في صميم حياتنا اليومية والاقتصادية وعليها أرزاقنا وأرواحنا .

كل ذلك يمكن دراسته بواسطة هذه النماذج الصغيرة وبشروط مخصوصة وبنفقة معدومة لا تكاد تذكر ومن غير إجهاد أو ضياع للوقت يمكننا الوصول إلى نتائج مرضية جداً والتغلب على مصاعب عديدة تبدو في أولها مستعصية أو مستحيلة .

الشرط الأساسي في النماذج أن تكون متشابهة مع الأصل تشابهاً هندسياً وديناميكياً من كل الوجوه .

فلاستيفاء التشابه الهندسي يجب أن تكون أبعاد النموذج وتفاصيله صورة مصغرة طبقاً للأصل بكل معنى .

وللحصول على التشابه الديناميكي يجب أن نفي بجميع الشروط التي تجعل حركة المياه بالنموذج متشابهة لحركة المياه بالأصل وهذا لا يتأتى إلا بعد تحليل معادلات الحركة التي أوجدها العلامة (Stokes) سنة ١٨٥٠ و (Helmholtz) سنة ١٨٧٣ و (Reynolds) سنة ١٨٨٢ ، ولكن هذه

الطريقة تحتاج إلى دراية كبيرة لأصول علم الهدروديناميك والفضل يرجع إلى مجهود (Reyleigh) سنة ١٨٩٩ وسنة ١٩٠٩ فقد استنتج هذه الشروط بطريقة بسيطة بتطبيق نظرية تجانس المقاسات والمقام لايسمح هنا بالدخول في تفاصيل هذه النظريات .

ان التشابه الديناميكى بكل معنى الكلمة أمر من الصعب تحقيقه إذ من الواجب استعمال سائل آخر بالنموذج بدلا من الماء حتى تكون النتائج مطابقة للأصل ولكننا دائما نستعمل المياه بالنموذج والأصل إذ قد دلت التجارب على أنه طالما أن حركة المياه دوامية بالنموذج والأصل فنتائج النموذج لا تبعد كثيراً عن الواقع والطريقة الوحيدة التى يتضمن بها وجود الحركة الدوامية بالنموذج هى مراعاة حسن اختيار مقاس النموذج حسب الأصول العلمية .

ومن الثابت الآن أن النماذج باستيفائها شروط معينة تعطينا نفس النتائج بغض النظر عن اختلافات المقاس فمثلا قد صار قياس التصرف باحدى الفتحات العليا بخزان أسوان بدون تكبد مصاريف تذكر بالنسبة لوجود حوض بنى فى الأصل خلف الخزان لتقويته ولقد عملت عدة نماذج لهذه الفتحة ذاتها وبمقاسات مختلفة وبمقارنة نتائجها بالنتائج المتحصل عليها من الأولى قد وجد أن جميع هذه النتائج متطابقة وذلك بالنسبة لاختيار مقاساتها حسب الأصول العلمية .

كذلك قد عملت عدة تجارب على القناطر الخيرية وخزان سنار وعلى

نماذج مصغرة لها فكانت النتائج واحده في جميع الحالات ومن هنا يتضح أن النماذج التي لم يراع فيها التشابه الديناميكي بكل معنى الكلمة حسب نظريات التشابه تعطى نتائج يعتمد عليها كثيرا إذا ماروعى أن تكون حركة المياه دوامية .

وان كنا نتجاوز عن التشابه الديناميكي الكامل ومع ذلك نحصل على نتائج حسنة كذلك كثيراً ما تضطرنا الحال إلى التجاوز عن التشابه الهندسي دون تأثر النتائج بذلك وهذا يحدث في التجارب الخاصة بتعديل مجرى الأنهار وتحسين الموانئ إذ من الصعب عمل نموذج يبين جميع مجرى النهر بمقاس واحد بالنسبة للمساحة الكبيرة التي يشغلها مثل هذا النموذج . وفي هذه الحالة نعمد إلى اختيار مقاس العرض خلاف مقاس الطول خلاف مقاس العمق ومتى توفرت الدقة في اختيار هذه المقاسات حسب الأصول العامة كانت النتائج التي نحصل عليها يعول عليها كثيراً وتعطينا التجارب فكرة صحيحة عما يحدث بالطبيعة بالفعل .

ولا يتسرب إلى الذهن أن الوصول إلى نتائج التجارب هي من السهولة بكان إذ أنه لضمان الوصول إلى الصالح منها والقيم هناك شروط عدة يجب توفرها سواء في الأشخاص المنوطة بهم هذه المهمة أو في الأبحاث ذاتها .

فيجب أن تخضع التجارب في الأصل إلى النظريات البحتة وأن تتمشى وتتفق مع الخبرة الطويلة المكتسبة من مباشرة وتنفيذ الجليل الهام من المشروعات العملية بالطبيعة .

فالنظريات في وضعها الحقيقي ما هي إلا بحث كامل غير متحيز ولا يمكن لغير المتمكن من هذه النظريات البهجة الوصول إلى تجميع وتصنيف نتائج هذه التجارب واستخلاص القوانين الصحية التي تربطها ببعضها .

كذلك يجب أن يكون الباحث ملماً بجميع الظواهر والعوامل الطبيعية خيراً بأحوال الأنهر والمجاري وبأخذ الأرصاد .

أنه من الواجب حتماً التأنى في الحكم والاستنتاج فكثيراً ما يختلط تأثير العوامل وتنشابه كما أنه من الأهمية بمكان عظيم أن نساير الطبيعة بأحدث الطرق الاقتصادية وأكملها .

ولا يمكنني أن آتي هنا بالتفصيل الشامل على مختلف الاكتشافات والتحسينات التي يدين بها العالم والعلم لهذه النماذج الصغيرة ودراستها في المعامل ولكني أكتفي بأن أذكر الحقيقة التالية وهي أن الوفرة الناتجة من دراسة مشروع من المشروعات والاقتصاد والتحسين الذي أدخل عليه نتيجة لدراسته وبحثه بالمعامل يربو في كل مسألة من المسائل على تكاليف المعمل ذاته .

هذا التقدم الفني الباهر بعث الباحثين في مختلف الدول والممالك إلى الاستفادة من هذه المعامل والتسابق في إنشائها وفقاً لحاجتهم ورغباتهم وطبقاً لما تعلمه عليهم وأحواهم الخاصة فاندفعوا إلى الاكتثار منها وتجهيزها بالحديث من الأدوات وامدادها بكل ما هو جديد حتى أصبحت كاملة مستوفاة .

سأحدث الآن عن نصيبنا المتواضع من هذه النهضة العلمية
المباركة : —

المباحث المائية في مصر

النيل هو مصدر حياة هذه البلاد ورخائه . في مياهه ثروة ضخمة للقطر لذلك كان طبيعياً أن نوجه اهتمامنا الشديد إلى العناية بتنظيم هذه المياه ودراستها والقيام بكل ما من شأنه أن يزيد التحكم في مياه هذا النهر العظيم والسيطرة على موارده فأنشئ الكثير من الخزانات والأعمال الصناعية وعمدنا إلى الوسائل الفنية والمشروعات الهندسية بما انتهى بنا إلى هذا البرنامج الضخم الشامل الذي يسهر على تنفيذه والعناية به رجال الري لتحسين حالة الري والصرف وحماية القطر من شر الفرق أو الشرق مما أتم به على خبرة وبيئة .

ان نجاح هذه الأعمال ووفاء هذه المشروعات بما وضعت من أجله يتوقف تماماً على استنادها الى أساس علمي صحيح لذلك كان لازماً أن يكون الغرض الأساسى من المباحث المائية هو هذا النظام واستكماله وإدخال كل ما يمكن أن يساعد على زيادة الثقة فى نجاح هذه المنشآت والطمأنينة إلى سلامتها ومتانتها وتنفيذها على خير الطرق الاقتصادية والفنية .

أعمال المباحث في مصر .

اتسع نطاق الأبحاث المائية في مصر وخطت خطوات سريعة حتى

فافت مصر في هذا البحث كثيراً من بلاد العالم بل قد أصبحت في الصف الأول من الدول القائمة برقي هذا الموضوع .

على أن لأعمالنا صبغة خاصة واتجاهاً فريداً من نوعه أملت به طبيعة الحال طبيعة الأعمال الهندسية التي تقوم بها لتلائم حالة البلد خاصة وخصائص النهر الطبيعية وتقلبات مياهه لذلك جاءت أعمالنا مستقلة بعض الشيء متمشية مع ما يناسب هذا النظام ويساعد على الاستفادة منه وحسن تدبير المياه لدينا وإدخال التحسين الفني والاقتصادي على كل العوامل التي تؤثر في سلسلة هذه الأعمال المتصلة الحلقات المترامية الأطراف .

وسأبين الآن فيما يلي على قدر المستطاع ما أدته المباحث المائية لنظام الري من خدمات وأى تأثير عظيم أدخل على طريقة توزيع المياه بالقطر .

(١) أعمال الرصد - إن الأساس الحقيقي الذي تبنى عليه دراسة كثير من المشروعات قبل تنفيذها والعامل الأكبر الذي نستطيع به معرفة كمية المياه التي لدينا والتي نستطيع به المقارنة التحليلية قبل توزيع المياه وتديرها هي رصد المناسيب وتجميعها وتصنيفها وبديهي أن قيمة هذه الأرصاد تتوقف كثيراً على مبلغ الدقة الذي يراعى في أخذها فكلما قويت الثقة في صحة هذه المناسيب كلما صح الاعتماد عليها وأصبحت ذات فائدة حقيقية .

المقياس العادى فوق تأثيره بكثير من العوامل الطبيعية كالأمواج والرياح فهو عرضة أيضاً لاختفاء موضعية لصعوبة قراءته أو مراجعته للتأكد من صحته .

هذه العيوب الرئيسية قد درست وأصبح في الامكان ملاقاتها بما استنبط في قناطر الدلتا من أنواع المقاييس المختلفة التى تتناسب مع الاغراض التى وضعت من أجلها وتختلف صلاحية استعمال أى نوع منها وتفضيله على الآخر تبعاً لمنطقة المقياس ودرجة أهميته ومبلغ الدقة الذى يراد الوصول اليه ؛ فهناك .

١) المقياس ذى العوامة Float Gauge وهو أبسطها شكلاً وأقلها نفقة وصيانة وأكثرها ذيوعا وانتشاراً لسهولة تركيبه ودقته النسبية وملاءمته لكثير من المواقع .

٢) المقياس المفرغ من الهواء Vacuum Gauge وهو أيضاً من أحسن الأنواع وأكثرها صلاحية للاستعمال وتوجد منه أنواع كثيرة .

٣) المقياس ذى التذكرة Ticket Gauge والغرض الاساسى من هذا النوع هو ملافاة الاخطاء الناتجة من قراءة الارصاد ثم التأكد من عدم التلاعب فى المقاييس عند تبليغها ولسهولة مراجعتها من جهة أخرى .

٤) المقياس التليفونى Telephone Gauge وهذه تعتبر أكمل الأنواع وهى جليلة الفائدة فى المناطق الهامة التى يراد الاتصال بها من وقت لآخر .

وقد استعملت هذه الأنواع كلها فى مختلف القناطر وأدخل هذا التغيير تدريجياً وعلى قدر ما سمحت به الظروف وأصبح لدينا بفضل هذا التحسن سلسلة كاملة من الارصاد يمكن الاعتماد عليها اعتماداً كلياً .

(٢) التصرف — إن معرفة كمية المياه التي تنحدر في مجرى النهر الرئيسى أو خلف أى عمل من الأعمال الصناعية المعقدة الواقعة على طول النهر أو فى الترع الرئيسة أو الفرعية وسهولة تقدير هذا التصرف أمر له قيمته فى معرفة الأيراد أو التصرف وعامل من العوامل الأساسية التى لها أكبر الأثر فى دقة التوزيع وضبطه .

والفضل كل الفضل فى دقة التوزيع الحالى وعدم ضياع المياه فى الأوقات الحرجة يرجع إلى المجهود الذى بذل بواسطة ادخال المباحث المائية فى تقدير تصرف الأعمال الصناعية بطريقة عملية سهلة وفى الوقت نفسه على وجه دقيق مما كان له أحسن الأثر فى سهولة التنبؤ بحالة النهر وفى تقدير الفاقد والمكتسب بالطريق بين أسوان والقناطر الخيرية .

طرق قياس التصرف

المتبع فى ذلك طريقتان إما أن يقاس التصرف فى الطبيعة وذلك باستعمال (الكرنيتير) عداد السرعة أو استعمال نماذج مصغرة بأحواض التجارب .

على أنه من المستحسن جدا إذا سمحت الظروف أن يجمع بين الطريقتين حتى يفحص الموضوع من كل نواحيه وحتى تكون نتيجة التعبير دقيقة وافية بكل ما هو مطلوب .

قياس التصرف بالطبيعة

ولو أن قياس التصرف بالطبيعة عملية شاقة بطيئة إلا أنها عملية مجدية

لجمع الأرصاد في أوقات متسلسلة والخروج من ذلك إلى وجود العلاقة التي تربط كلا من هذه العوامل المختلفة بشكل بسيط سهل وقد ينبع في ذلك طرق عدة إلا أن أدقها وأكثرها ملاءمة واستعمالاً بالقطر المصرى هي قياس التصرف بواسطة عداد السرعة أى الكرنيتيمتر .

على أنه عند استعمال هذه الطريقة يجب أن تراعى عوامل عدة مهمة لما لها من تأثير كبير على قيمة النتائج التي نحصل عليها ويمكن تلخيص هذه العوامل فيما يأتى : —

- (١) حسن اختيار موقع التصرف .
 - (٢) ضرورة العناية بأخذ الأرصاد بواسطة العداد ورصدها وتبويبها بطريقة سهلة .
 - (٣) رصد المناسب .
 - (٤) طريقة الموازنات وتقرير التصرف .
 - (٥) موضع البوابات .
 - (٦) انسياب المياه بين الفتحات وهل هي مغمورة أو حرة أو في فترة انتقال بين الاثنين .
- وبفضل جهود مصلحة الطبيعيات وقسم المباحث المائية بما أنشأته من أحواض لاختبار جهاز التصرف بالقناطر الخيرية قد أصبحت هذه الطريقة ثابتة ودقيقة لدرجة يعتمد عليها كثيراً .

تقدير التصرف بواسطة النماذج

على أنه يمكن بواسطة استعمال نماذج مصغرة بمراعاة الشروط المخصوصة التي أتينا عليها والتي يجب توفرها في اجراء تجارب من هذا النوع يمكن تقدير تصرفات كثير من الأعمال الصناعية على وجه دقيق وبشكل بسيط ومن غير إجهاد أو ضياع للوقت قد عيرت كثير من الخزانات والقناطر الرئيسية على النيل وعلى افام الترع الرئيسية بواسطة النماذج في القناطر الخيرية كخزان أسوان وسنار وجبل الاولياء وقناطر نجع حمادى وقد ساعد هذا التعبير على سهولة الموازنات واجرائها بالدقة وعلى الوجه المرغوب كما ساعدت على دراسة كثير من المسائل الفرعية التي سأوضحها فيما بعد ويمكن القول بأن جميع هذه النتائج كان لها أكبر الأثر في حسن التوزيع ودقته .

(٣) تعبير القناطر — إن رصد المناسيب أو قياس التصرف كل هذه عمليات أولية الغرض منها جمع معلومات يتيسر بواسطتها دراسة المجرى وبحث كثير من المشروعات التي تقوم بها وهى في الحقيقة تمهد لنا الطريق مبدئياً للوصول إلى تدبير المياه التي لدينا والتحكم في اجراء التوزيع على وجه دقيق بواسطة المنشآت الصناعية التي لدينا ولن يتوفر حسن التوزيع إلا إذا عيرت جميع الأعمال الصناعية وعرفت خصائصها وتصرفاتها من غير حاجة إلى قياسها في كل لحظة وتتوقف الطريقة التي تتبع في التعبير على العوامل الآتية :-

- (١) نوع القنطرة وأهميتها .
- (٢) شكل وطبيعة انسياب المياه .
- (٣) طريقة الموازنات وتمرير التصرف .

قناطر الحجز الرئيسية

تجرى الموازنات على هذه القناطر بواسطة بوابات حديدية فإذا كانت الفتحة مغمورة أو حرة أمكن إيجاد قانون يربط التصرف بمناسيب الأمام والخلف والفتحات وإذا ما توصلنا إلى إيجاد هذا القانون سهل لدينا تمثيل هذه العلاقة بواسطة منحنيات (Abacs) مراعين في اختيارها أنسبها للاستعمال من وجه البساطة وسهولة الحساب وخلوها من التعقيد .

في جميع هذه الأحوال لم تعترضنا صعوبات فلن تتأثر هذه العلاقة من جهة الطمي أو النحر في المجرى ذاته أما إذا كانت الفتحة لا هي بالمغمورة ولا الحرة وكان فرق التوازن صغيراً فلن تجدى هذه الطريقة وفي هذه الحالة ممكن تعبير القنطرة بواسطة منحنى خلفي يبين التصرف مع مناسيب المياه الخلفية والعيب الوحيد في أمثال هذه المنحنيات هو تأثرها بالتغيرات التي تطرأ على شكل المجرى من وجهة النحر أو الطمي وتغير الانحدار لأي سبب من الأسباب ولذا فن الواجب مراجعة هذه المنحنيات وبإدخال التصحيح اللازم عليها حتى تتمشى دائماً مع التغيرات التي تطرأ في المجرى وذلك بأخذ تصرفات في أوقات منتظمة متسلسلة لمناسيب مختلفة .

القناطر الفرعية .

أما القناطر الفرعية وهى عادة قناطر صغيرة تجرى الموازنات عليها بأخشاب من الغما فإن تجدى فى تغييرها الطرق السابقة وخصوصاً لأن المجرى الخلفى عرضة لتغيرات كبيرة بين آونة وأخرى مما يقلل كثيراً من فائدة استعمال منحى تصرف لمناسيب الخلف وعليه أدت المباحث إلى استنباط طريقتين يتبع أيها فى التقدير : —

الأولى — بناء هدار فى الخلف إذا سمحت حالة المجرى بذلك ولم تعترضنا صعوبات من وجهة الملاحه أو المناسيب والأحسن أن يكون الهدار ذا موجة ثابتة .

ولقد عيرت هذه الهدارات بالقناطر الخيرية ودرست خصائصها ووجد تصميمها وأبعادها واستعملت فعلاً فى ترع مختلفة كهدار أشمنت ومغاغه وبنى حدير .

الثانى — وهناك طريقة أخرى يمكن بواسطتها تغيير هذه القناطر وذلك باستبدال أخشاب الغما بالأبواب ذات التروس الحلزونية يركب عليها جهاز يقدر التصرف المار بها ويمكن قراءته فى أى لحظة بواسطة البحار أو الشخص المسكف بأجراء الموازنات ومراقبتها وهذا الجهاز بسيط فى تركيبه سهل الاستعمال ولا يحتاج إلى تغيير أساسى بالقنطرة أو نفقات إضافية للصيانة وقد ركب ذلك على أفهام كثيرة مثل فم ترعة دروه .

كل هذه التحسينات قد توصلنا إليها بعد تجارب طويلة أجريت بأحواض التجارب بقناطر الدلتا .

أفام ترع التوزيع الصغيرة

ولمعرفة التصرف المار بها أهمية كبرى في التوزيع وفي تقدير المقننات المائية وخير الوسائل التي اقتنعنا بفائدتها في تعيير أفام هذه الترع هو بناء أعتاب متحركة ذات موجة ثابتة .

ولقد أجريت بالقناطر الخيرية سلسلة تجارب طويلة على هذه الأعتاب وبحث تصميمها من عدة نواحي مختلفة وخرجنا من كل ذلك إلى الوصول إلى تصميم يمكن تطبيقه وتعميمه على هذه الأفام ويصلح لأجراء الموازنات عليها بكل سهولة وبودى أن أرى اليوم الذي تحول فيه جميع هذه القناطر إلى هدارات من هذا النوع كلما سمحت الحالة بذلك فهذا من غير شك من أكبر العوامل التي تساعدنا على السيطرة على التوزيع وحسن تدبير المياه والاقتصاد كما هو متبع الآن بمنطقة الجزيرة بالسودان .

فتحات الري

توزع المياه على الأراضي بواسطة مواسير عادية تختلف في نوع مادتها حسب الظروف هذه الفتحات على بساطتها كانت ولا تزال من أكبر العيوب الحالية في نظام التوزيع الحالي ولقد دعت هذه العيوب الظاهرة والصعوبات التي نلاقها في التوزيع كثير من الباحثين وكبار

رجال الرى إلى التفكير فى مأخذ أخرى أكثر صلاحية من الفتحات الحالية وفى الوقت نفسه يمكن استعمالها بالغيط ولا تستلزم صيانتها جهداً كبيراً .

والعيب الرئيسى فى الفتحات الرئيسة ينحصر فى تأثير تصرفها بمنسوب المسقة الخلقى وفى ازدياده تبعاً لازدياد الضاغط على هذه المواسير فالتصرف المقدر والمتبع فى الجداول الرسمية لا يتناسب بتاتا مع التصرف الفعلى الذى تسجبه هذه الفتحات لعدم ثباته واستقراره ولخضوعه لموامل متغيرة عديدة كلها تؤثر فى هذا التصرف وتعمل على عدم انتظامه وبذلك يختل نظام المتابوات ويفسد التوزيع وتعم الشكوى وتزداد متاعبنا أضعافاً مضاعفة .

هناك اقتراحات عدة لشكل هذه المآخذ رغم ما بها من مزايا وتحسين ظاهر إلا أنها ليس فيها القضاء التام على جميع الصعوبات التى تمارضنا فى الوقت الحالى .

ولقد أدت الأبحاث إلى اقتراحين :

(١) ماسورة ذات قاع أفقى .

(٢) ماسورة ذات عتب خلفى .

ولا تؤدى هذه المآخذ إلى الحل النهائى المطلوب إلا إذا أمكن حفظ الانحدار ثابتاً فى الأحباس المختلفة والمحافظة على هذه الدرجات .

والآن وقد أتيت باختصار على التحسينات التى أدخلت والتى أمكننا بواسطتها رصد المناسيب المختلفة على النهر وفروعه وتقدير التصرفات ومعرفة

كميات المياه التي لدينا وطريقة الارتفاع بها ، سأنتقل بكم إلى ناحية أخرى لا تقل أهمية عما سبق ان لم تفوقها وهي ما هدت إليه التجارب العملية والعلمية لمعرفة أنسب الطرق لاجراء الموازنات وأحسن التصميمات وأكملها وأقلها عرضة للنحر وصلاحية للملاحة .

تبنى المنشآت المائية طبقا لما يتطلبه فن إنشاء الأعمال الصناعية وما يحتمه من تناسب في أجزائها المختلفة حتى يكون المبنى متينا قويا من حيث مقاومة ضغط المياه .

وكثيراً ما يكون التصميم موفقاً من وجهته الانشائية ومطابقاً لما يتطلبه علم التصميم والهيدروليكا حتى إذا ما نفذ بالفعل ظهر كثير من العوامل التي لم تكن في الحسبان والتي أهمل شأنها عمداً لضآلة أهميتها وابتداء هذا التأثير صغيراً في مبدئه قويا في مفعوله واكتسب بمرور الزمن قوة وأخذ يعمل تدريجياً حتى يهدد سلامة المبنى ذاته وأصبح خطراً حقيقياً واقعاً يحسب له ألف حساب .

ومن الوجهة التصميمية لا يمكن الاهتداء الى هذه العوامل أو معرفة تأثيرها على وجه الدقة إلا عن طريق واحد هو طريق المباحث والتجارب وسأذكر الآن خلاصة ما هدتنا إليه تجاربنا من هذه الوجهة وما أدت إليه مباحثنا المحدودة في إدخال التحسينات على هذه التصميمات وابعاد كل العوامل الغير مرغوب في وجودها والتي من شأنها أن تزيد في صموباتنا وفي الحاق الضرر لهذه القناطر التي نحرص على سلامتها من كل الوجوه وسأبحثها على الترتيب الآتي :

المأخذ — أنسب مجرى لدليل أى قنطرة هو ما كانت تنساب به المياه بحالة منتظمة لا يتولد عنها تيارات شديدة أو دوامات قوية المفعول حتى لا يتأثر المجرى بالطمى أو النحر وبذلك نطمئن على سلامة القنطرة وسهولة الملاحة .

هذه الشروط لا يمكن استيفائها وبحثها نظريا أو بالطبيعة وإنما يمكن درسها بواسطة القيام بتجارب على نماذج مصغرة لها بشروط مخصوصة وذلك للوصول إلى أحسن المآخذ وأسلمها وأكثرها صلاحية للملاحة . وقد قامت القناطر الخيرية بأجراء تجارب من هذا النوع على مآخذ الأعمال الآتية :

- (١) مدخل الفاروقية والطارف أمام قناطر نجع حمادى .
- (٢) مدخل فم الرياح العباسى الجديد وقنطرة عمر بك .
- (٣) مدخل رياح البحيرة المقترح .

ومن هذه التجارب أمكننا إدخال التعديلات والتحسينات على شكل هذه المآخذ وذلك باستبعاد كل العوامل الغير مرغوب فيها والتي من شأنها التأثير فى حالة المجرى الأسمى أو المآخذ ذاته وبذلك توصلنا إلى شكل المآخذ الذى تتوفر فيه كل الشروط المطلوبة .

الفرش :

أن أطوال الفروشات وأبعادها وأشكالها تلعب دورا هاما نحو التأثير

على النحر خلف الأعمال الصناعية ومسألة اختيار أنسب الاشكال حفظا
لسلامة القناطر هى من المسائل التى تضاربت فيها الاقوال والنظريات .
فكثيرا ما يحدث أن أطوال الفروشات وأبعادها ولو أنه روعى فى اختيارها
الاصول الفنية الا أنها مع ذلك لا تمنع حدوث النحر الذى قد يبدو ضئيلا
فى مبدئه ثم يتسع تدريجيا حتى يصبح خطرا حقيقيا يقتضى علاجا سريعا
حاسما ومصاريفا إضافية باهظة كان من الممكن تجنبها . فثل هذا الموضوع
الخطير يجب أن يترك للتجارب لايجاد الحل الذى يناسب كل قنطرة بعد
تصميمها إذ أن هناك عوامل كثيرة من الضرورى مراعاتها قبل اختيار أبعاد
وشكل الفرش اللازم .

هذه العوامل تنحصر فيما يأتى :-

- (١) السرعة داخل العيون وخارجها .
 - (٢) السرعة بالمجرى خلف القنطرة .
 - (٣) نوع البوابات وارتفاعها .
 - (٤) وضع البوابة السفلى بالنسبة للبوابة العليا .
 - (٥) طريقة الموازنات لتمرير المياه من الفتحات .
 - (٦) نوع انسياب المياه من الفتحات وهل هى مغمورة أو حرة أو
فى دور الانتقال بين الحالتين .
 - (٧) اختلاف مناسيب العيون .
- الواقع أن هذه العوامل قل أن تتشابه فى قناطر متماثلة وعلى ذلك

فليس من الحكمة أن يكون شكل فرش هذه القناطر واحدا إذ أن لكل قنطرة ظروفها الهيدروليكية .

فهناك مثلا كثير من التشابه ما بين خزان أسوان وسنار مما دعى مبدئيا لاختيار فرش سنار على نمط خزان أسوان إلا أنه بعد تنفيذه بالطبيعة تبين أن هناك تفاوت كبير بين التيارات خلف كل من الخزائين هذا التفاوت الذي كان من شأنه أن هدد فعلا سلامة خزان سنار وقد تعدل تصميم الفرش بعد ذلك طبقا لسلسلة التجارب التي قامت بها قناطر الدلتا وأمكن بها ملافاة كل هذا كذلك أن أغلب القناطر الرئيسية المقامة على النيل متشابهة ولكن بينما يشتد النحر خلف قناطر أسبوط وإسنا نتيجة لمرور المياه من فوق البوابات فأف فرش القناطر الخيرية وزقى في أمان نتيجة لمرور المياه من بين البوابات .

ولو نظرنا الى كل من سد زشيد ودمياط لوجدنا أنه رغم أنهما متماثلان في التصميم من كل الوجوه فإن النحر أشد ما يكون خلف سد زشيد بينما يتراكم الطمي خلف سد دمياط وهذا بالطبع نتيجة لاختلاف سرعة المياه في الفرعين .

ولا يفوتني أن أذكر أنه ولو أن التشابه بين الرياح التوفيقى والمنوفى كبير إلا أن فرش التوفيقى عرضة لتأكل شديد بينما فرش الرياح المنوفى غير معرض لأى تأكل وما ذلك الا لأن ارتفاع البوابات السفلى فى التوفيقى كبير (٣٥٠) وهى موضوعة بالدرواند الأمامى مما يجعل الفتحة

بجمالة حرة تندفع منها المياه نحو الفرش مباشرة أما في الرياح المنوفى فارتفاع البوابة السفلى ٥٠ م فقط وهى موضوعة بالدرواند الخلقى بحيث تكون الفتحة دائما مغمورة تندفع المياه منها نحو السطح فلا تؤثر كثيرا على حالة الفرش .

أما مسألة اختلاف مناسيب العيون وما يتسبب عنها فهذه أيضا لها أهميتها كما هو الحال في عيون قناطر رشيد ونجع حمادى فانه يحدث عندما تكون القناطر مفتوحة عن آخرها أنه لا تتوزع السرعة بانتظام نتيجة لهذا الاختلاف وتولد عن ذلك تيارات ودوامات غير مرغوب فيها ويحسن كثيرا تجنبها .

كل هذه الأمثلة تدل دلالة واضحة على ضرورة دراسة تصميم كل عمل من الاعمال الصناعية بواسطة النماذج وهذه هى الخطوة التى تسير عليها مصلحة الري فى الوقت الحاضر فقبل البدء فى بناء خزان جبل الأولياء كان منسوب العيون ٣٦٩٠ ولما تبين من التجارب حدوث نحر فى الخلف فقد رؤى تخفيض منسوب العيون الى ٣٦٨٠ حتى تبقى الفتحة مغمورة فى كل الحالات ويقل النحر تبعا لذلك وهذا هو نفس ما اتبع فى مشروع قناطر محمد على اذ صار عمل تجارب على نماذج لهذه القناطر المفتوحة وذلك قبل البت نهائيا فى تصميمها .

لقد أصبح من المسلم به فنيا أنه اذا تساوت العوامل الهيدروليكية فالفرش الافقى هو أفضل الاشكال للقناطر كما وأن الشكل المائل هو أنسبها

للخزانات على أنه للاعتبارات المالية شأن كبير في هذا الموضوع يجب مراعاته والتجارب هي خير كفيل للتوفيق بين ما عليه الفن وما تتطلبه العوامل الاقتصادية ليكون المشروع مقبولا من جميع الوجوه .

البغال :

مما يستلفت النظر أن أشكال البغال في القناطر الموجودة على النيل وفروعه تختلف اختلافا ظاهرا يبعث على التساؤل عن علة هذا الاختلاف وتجعلنا في حيرة عند التفضيل بين هذه الاشكال المختلفة التي قد تكون مثلثة الشكل أو مربعة أو مستديرة وفي الغالب يرجع هذا الاختلاف الى ذوق المصمم الفني لا غير .

إن السرفى ظهور التوجات السطحية العظيمة التي قد يبلغ ارتفاعها ١٥٠ م بقناطر فم البحيرة وقناطر رشيد ونكلا ودنشال يرجع الى شكل بغال هذه القناطر .

إن التجارب الحديثة قد أثبتت أن شكل البغال يجب أن يصمم بحيث يكون أقل ما يمكن مقاومة لسير المياه حتى لا تتولد عن ذلك الدوامات الخلفية كذلك من الواجب جعل سمك البغال واحد في القنطرة جميعها بمعنى أن يستغنى عن البغال الكبيرة الحجم التي كانت توضع عادة بين كل عشرة فتحات .

الأجنحة :

يمكن القول أن الأنواع الرئيسية لأشكال الأجنحة للقناطر هي المربعة والمائلة والعوامل التي تجعلنا أميل لاختيار أحدهما وتفضيله على الآخر يمكن إرجاعها إلى الآتي :-

- (١) نسبة قطاع المجرى على عرض الفتحات .
- (٢) سرعة المياه واندفاعها .
- (٣) التيارات المائية المتسببة عن كل شكل من هذه الأشكال .

كل هذه العوامل يجب أن يحسب حسابها قبل تحديد الشكل الأنسب لهذه الأجنحة على أن العامل الأخير هو الحد الفاصل والأساس الذي يجب أن تعطى له كل الأهمية عند الاختيار ولا سبيل إلى معرفته على وجه الدقة إلا بالتجارب .

كثير ما يتسبب عن عدم الدقة في تحديد هذه التيارات ودراستها ومعرفة تأثيرها من كل الوجوه أن تظهر صعوبات في التنفيذ حيث تتولد تيارات عكسية ودوامات خطيرة من شأنها ألا تهدد الملاحة فقط بل أن تؤثر تأثيرا سيئا على حالة المبنى وسلامته .

ولقد دلت التجارب على أن الأجنحة المربعة يتسبب عنها تيارات عكسية تختلف شدتها تبعا لسرعة المياه وطاقتها وتغير القطاع كما هو حاصل بالرياح التوفيقى فالتأكل الشديد بتكسياته والمخاطر التي تتعرض لها

الملاحظة هي نتيجة مباشرة للتيارات والدوامات التي تولدت من أجنحته المربعة .

وعلى وجه العموم يمكن القول أن الأجنحة المائلة إذا أحسن إختيارها هي أفضل هذه الأشكال وأكثرها صلاحية .

٤ (البوابات — وهنا أود أن ألفت الأنظار إلى أن هذه النقطة كثيراً ما أهمل شأنها في التصميم ولم تدرس الدراسة الكافية من كل النواحي فالههندس عذر مقبول إذا ما فاتته تحديد هذا العامل ومعرفة تأثيره لأنه يستحيل عملياً توفر هذه الدراسة من غير إجراء تجارب على نماذج مصغرة .

تأثير البوابات وما يتولد عنها من تيارات ومبلغ تأثير هذا على العيون وعلى سلامة الفرش وغير ذلك نأج من العوامل الآتية : —

١ (موضع البوابات .

٢ (ارتفاع البوابات .

فالعامل الأول أى موضع البوابات له شأن كبير في تكوين الدوامات الخلفية وبعد نقطة العادل ويجب أولاً أن يراعى أن تكون البوابات عند وضعها بالدرونات قريبة من بعضها ولا يترك بينها مسافة كبيرة تؤثر على معامل التصرف كما ويحسن أن توضع البوابات السفلى في الدوران الخلفى إذ أنه في هذه الحالة تمر المياه بين الفتحة متجهة نحو السطح وبذلك لا يكون فرش القنطرة عرضة لتأثير المياه .

أما ارتفاع البوابات فيجب أن يراعى في أبعادها سهولة إجراء الموازنات وإمكان تمرير التصريف دائماً في الدرجات المختلفة بين البوابات حتى لا يتعرض الفرش لأخطار النحر كما سيأتى الكلام عليها فيما بعد — وفى الغالب يمكن إجراء الموازنات بهذا الشكل إذا ما كان ارتفاع البوابة السفلى صغيراً بالنسبة لغيرها ويحسن ألا تزيد عن ٢ سمك المياه وأن يكون الحد الأقصى حوالى — ٢ متر إذا ما كان ذلك ممكناً .

طريقة الموازنات .

يمكن تمرير المياه من البوابات بثلاثة طرق مختلفة .

أولاً — تمرير المياه فوق البوابات .

ثانياً — تمرير المياه بين البوابة السفلى والفرش .

ثالثاً — تمرير المياه بفتحة بين البوابة السفلى والعليا .

ولو أن اسرعة المياه الخلفية أثر واضح في تحديد شكل التيارات وما ينتج عنها إلا أن طريقة تمرير التصريف هي أشد تأثيراً في تكوين هذه الدوامات .

ولكل حالة من هذه الحالات خصائص مختلفة من حيث شكل الدوامة وحجمها ودرجة النحر التى تنتج عن ذلك كما سنوضحه فيما يأتى :

أولاً — تمرير المياه فوق البوابات .

تتكون دوامة سطحية عكسية ويتجه التيار نحو الفرش فيجعله عرضة

للتأكل ويمكن القول أن مرور المياه بهذه الصفة غير مرغوب فيه أصلاً إذا أنها يفرض تساوى السرعة والتصرف فإن النحر أشد كثيراً من الحالات الأخرى .

ثانياً — تمرير المياه بين البوابة السفلى والفرش .

في هذه الحالة تتكون دوامة سطحية عكسية وينشأ عن هذه الحالة نحر شديد يقل عن النحر في الحالة الأولى .

ثالثاً — حالة مرور المياه من بين البوابات .

١ — البوابة السفلى في الدرواند الأمامى .

تتكون دوامة عكسية سطحية ويكون الفرش عرضة لتآكل بسيط

ب — البوابة السفلى في الدرواند الخلفى .

تتكون دوامة عادية على الفرش ولا يحصل نحر بالقاع ويحسن جد

إذا أمكننا أن نلجأ إلى هذه الطريقة في تمرير التصرف .

ويستخلص من كل هذا أن لطريقة تمرير التصرف ووضع البوابات

وارتفاع البوابة السفلى . كل هذه العوامل مهمة جداً تؤثر كثيراً في تحديد

شكل الدوامات وفي النحر وفي تقليل التآكل ويجب أن يراعى في تصميم

البوابات ما يأتى :

(١) أن توضع البوابة السفلى في الدرواند الخلفى .

(٢) أن يكون ارتفاع البوابة السفلى أقل نسبياً من باقى البوابات

لتسهيل إجراء الموازنات .

(٣) أن يمر التصرف من بين البوابات في جميع الحالات .

الضفيرة الخلفية.

مما قدمنا يتضح أن في علاج كثير من النقط السابقة وفي العناية بأمرها وفحصها تقليل لكثير من أخطار النحر التي قد تهدد سلامة القناطر على أن هناك علاج بسيط آخر قد هدت إليه التجارب وأثبتت صلاحيته التامة في صيانة الفرش من النحر وذلك ببناء حائط صغير في نهاية الفرش. يعرض المجرى وهذا الحائط الصغير من شأنه أن يقوم بتحويل جزء كبير من تيارات القاع الى السطح فتصطدم بها وتقلل كثيراً من طاقة المياه المارة وبذلك يقل تعرض مجرى النهر للنحر .

وقد أجريت تجارب عدة لمعرفة أحسن الأشكال لهذا الحائط الصغير وأنسب الأرتفاعات وقد أدت هذه التجارب الى النسب الآتية : —
(١) ارتفاع الحائط هو حوالى ٥٠ سم ويجب أن يكون مغموراً بالمياه (١) .

(٢) الحائط المصمت هو أبسط الأشكال وأقلها نفقة .

(٣) الحائط المسنن هو أنسب الأشكال من حيث تقليل النحر إلا أنه أكثر كلفة .

هذا خلاصة ما هدتنا اليه أبحاثنا المائية بواسطة التجارب على نماذج مصغرة والجمع بين ذلك وبين دراسة الطبيعة ومسايرتها وإخالكم تتفقون.

(١) وفي حالة ما إذا كان سمك المياه لا يسمح بغمر الضفيرة تماماً فإنه لتقليل النحر توضع حائط تصادم بارتفاع نصف متر خلف البغال أو توضع أخشاب غما بارتفاع حوالى ٥٠ سم فى الدروندات الخلفية كما هو الحال الآن فى قناطر نجع حمادى .

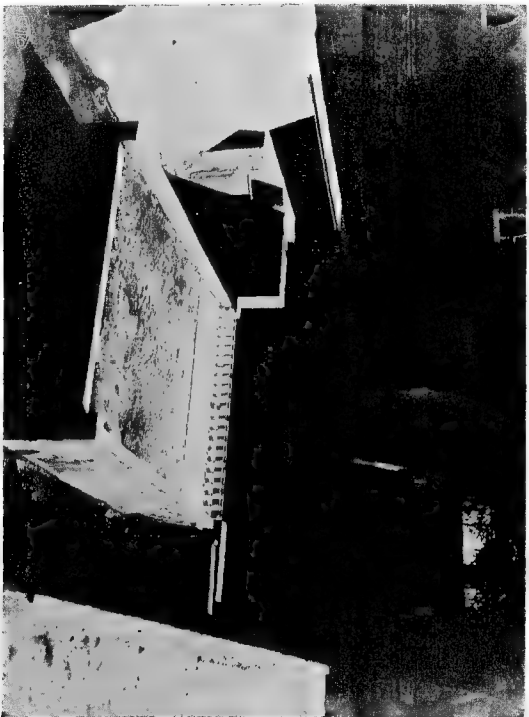
معى فى أن هذه الخطوات الواسعة التى خطوناها وجميع هذه النقاط التى
أشرت إليها بأجمال وكل هذه التحفظات والأحتياطات لو روعيت فى
التصميم ودرست بواسطة التجارب لقللت كثيراً من متاعبنا وزادت من
طمأننتنا فى نجاح جميع الأعمال الصناعية التى نقوم بها ولأدت كثيراً إلى
تخفيض مصاريف صيانتها وإصلاحها .

وعلى العموم فأن ما نطمع أن نحصل عليه فى فئاظر الحجز هذه وما
نحرص عليه كل الحرص من دراسة هذه التحسينات وما نرمى إليه فى كل
التجارب هو أجراء الموازنات بشكل يمنع به حصول دوامات أو تيارات
غير مرغوب فيها لما لها من تأثير سىء على سلامة القنطرة وكل الوسائل
التى أشرت إليها كفيلة بأن تساعد على الحصول على هذه الحالة على أكمل
الطرق الفنية والاقتصادية .

والمجال متسع دائماً لتعاوننا جميعاً فى زيادة هذا التحسين والعمل على
استكمال هذا النظام فى مختلف نواحيه وهذا ما عملنا ونعمل له بكل قوتنا
، وفقنا الله جميعاً الى ما فيه خير هذا البلد .

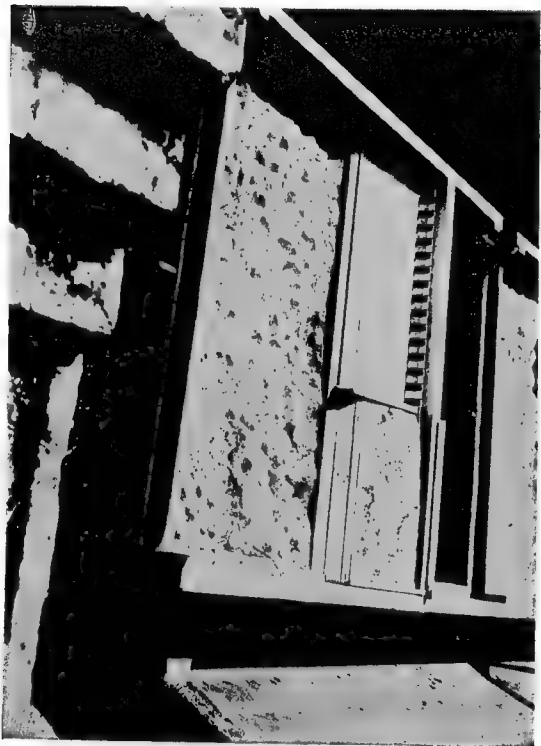


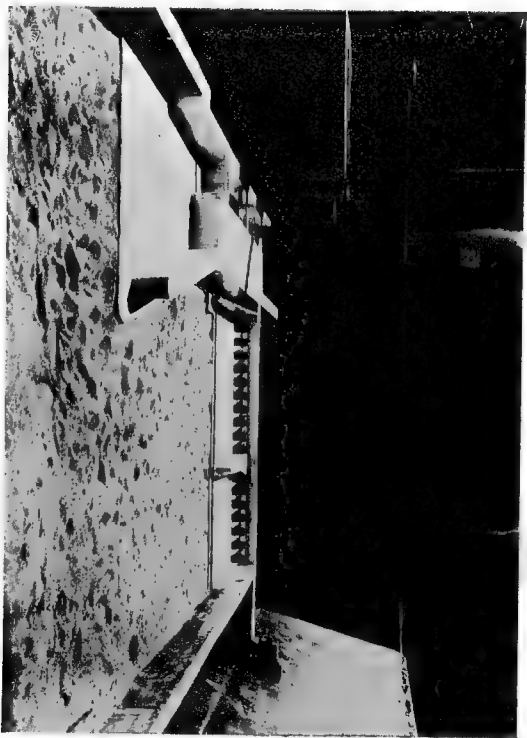
موزه طران سار



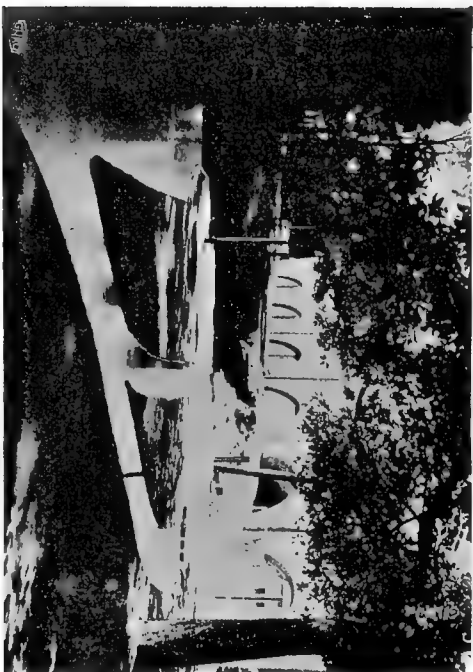
نمودج للقناطر نجح حسادي

نموذج لجزء من خزان جبل الأولياء مع الجزء المسطح





موزع الجزء من خزان جبل الأولياء مع المريس



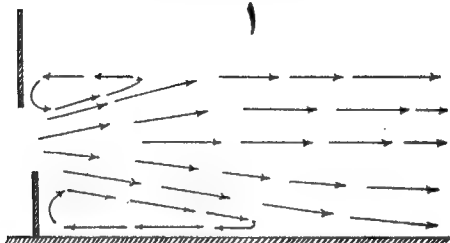
نموذج لأحسن مدخل لترصق الطارف والفاروقية.

اشكال الهندسي

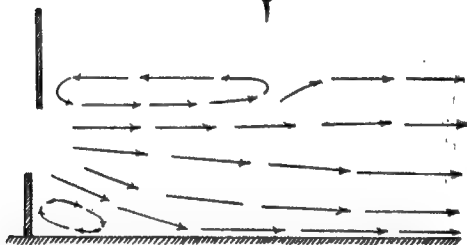


مرور المياه بين البوابات

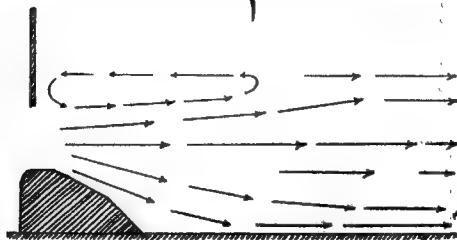
١



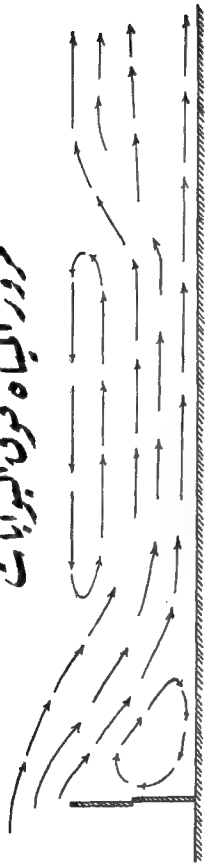
٢



٣



مرور المياه فوق البيرويات



مرور المياه تحت البيرويات

